

作物の収量と品質に及ぼす サイトカニンとスノーグロエースの効果

富山県立技術短期大学農学科

葎田 隆 治

1 植物生長調節物質（植物ホルモン）

植物界には、オーキシン、ジベレリン、サイトカニン、エチレン、アブシジン酸ならびにブラシノライド等の植物ホルモンが存在している。これらのホルモンは、単独あるいは相互に作用し、植物の生活環（ライフサイクル）を制御する重要な成長調節物質になっている。まず、これら生長調節物質の主要な生理作用についてみることにしよう。

オーキシンは、細胞伸長や発根の促進あるいはサイトカニンと共存するとカルス（方向性のない細胞集団）からの芽や根の形成促進（再分化）に働くことが知られている。一般に、農業の生産場面で使用されているオーキシンは、合成オーキシンのナフタレン酢酸、2,4-ジクロロフェノキシ酢酸、インドール酪酸などである。

ジベレリンは、イネの「ばか苗病」を発病させるカビの菌体が生産する代謝産物から単離された。従って、生理作用としては、イネの節間伸長や苗の徒長に深くかかわっている。園芸作物分野では、ブドウの種なしあるいはオーキシン剤と共存で着花率向上に使われている。

サイトカニンは、天然型としてゼアチンとその類縁化合物と合成型としてカイネチン、ベンジルアデニンとに分けることが出来る。いずれのサイトカニンも、細胞分裂促進、葉の老化防止、各種酵素の合成・分解あるいは光合成産物の転流・蓄積に大きく寄与する。とくに、これらサイトカイニンの農業面での生理効果については、後で事例をあげて解説することとする。

エチレンは、ここで述べる6種類の生産調節物

質のうち、唯一のガス状 (C_2H_4) のホルモンである。このホルモンは、果物の後熟促進ホルモンとして広く利用されている。

アブシジン酸は、生長阻害物質として単離された代表的なものである。生理作用としては、葉・果実の脱離、種子や芽の休眠誘導、気孔閉鎖の調節等に関与している。

最後に、最も新しく発見されたブラシノライドは、動物の性ホルモンと同様にステロイド骨格をもっており、農業分野への適用について精力的に研究が進められている。

しかし、現在のところ、主な生理作用については不明の点が多い。

2 細胞の基本生長様式

一方、植物細胞の基本生長様式は、図1に示した通りである。細胞レベルでの生長は、伸長、拡大、分裂、分化ならびに胚様体形成に大別され、これら生長の方向は前述した生長調節物質により決定される。植物細胞は、全能性 (totipotency) を有しており、種々のホルモンの組み合わせで、体細胞から芽や根の再分化あるいは受精によらな

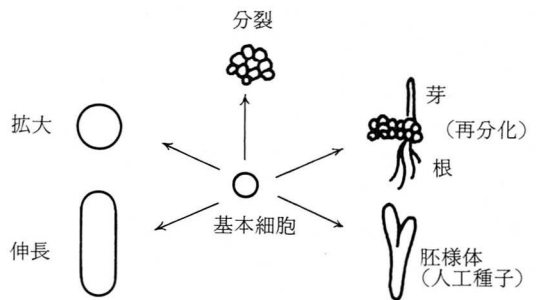


図1 細胞の基本生長様式

穂上の小穂（15～16）は下部から下位，中位，上位の3区分にした。物質の転流・蓄積の強弱では，上位小穂は下位小穂に比べて弱勢となる。

まず，表1の子実千粒重についてみると，カイネチンはすべての着生位置の小穂の千粒重を4～13%高めた。とくに顕著な効果が認められる小穂は中位と上位であった。効果の順位は，KIN 10^{-8} ， 10^{-7} ， 10^{-6} ， 10^{-5} モル濃度の順に漸次低くなった。また，KIN 10^{-8} と 10^{-7} モル濃度は対照に比べて11～13%も千粒重を増加させた。

一方，グローエース単独の場合の効果は，上位小穂のみに認められた。しかし，グローエース＋KIN 10^{-7} モル濃度では中位と上位小穂の千粒重が高まった。

これらの事実は，カイネチンとグローエースは，コムギ小穂の上位部分（弱勢小穂）の物質蓄積を促進することを示している。一般に，コムギやイネの収量は，弱勢小穂や弱勢穎花の登熟をいかに高めるかによって決定される。また，ここで得られた結果はコムギの登熟は内生サイトカイニンによって一部は調節されることを示唆するであろう。

サイトカイニンは，蛋白合成を促進することはすでに述べたが，このことはコムギ子実の蛋白合成にもあてはまるであろうか？ この仮説を実証するため，カイネチンとグローエースとの茎葉散布時に500 ppmの ^{15}N 標識尿素を加えて，その ^{15}N 窒素の蛋白への取り込みの様相について調査した。結果は，表2に示した。まず，蛋白収量についてみると，カイネチンは各位置の小穂の蛋白収量を相対的に高めた。グローエース単独では上位小穂でのみ効果が認められたが，グローエース＋KIN 10^{-7} モル濃度では全小穂で効果が認められるようになった。 ^{15}N 標識蛋白質含量では，対照区に比べてその含量が全小穂で上回る処理区はKIN 10^{-8} ， 10^{-7} ， 10^{-6} モル濃度とグローエース＋KIN 10^{-7} モル濃度であった。しかし，グローエース単独では，上位小穂でのみ ^{15}N 窒素の取り込みの促進が認められた。従って，蛋白収量に占める ^{15}N 標識尿素からの ^{15}N 窒素由来の蛋白の割合(B/A, %)は，対照区に比べてKIN 10^{-8} ， 10^{-7} ， 10^{-6} モルとグローエース＋KIN 10^{-7} 濃度との全小穂で，グローエース単独区では上位小穂でのみそれぞれ

高くなった。しかし，この割合は，KIN 10^{-5} モル濃度区的全小穂で対照区のそれに比べて低くなった。

この表2の結果は，コムギ子実の蛋白含量は茎葉に散布された尿素を基質にした蛋白合成の一部は遺伝子，更にこの過程はサイトカイニンやグローエースなどによって促進されることを示している。もし，サイトカイニンとしてカイネチンを使うとすれば，濃度としては 10^{-8} あるいは 10^{-7} モルが適当であろうと判断される。しかし，グローエースの効果も注目し値する。いずれにしても，コムギ子実の蛋白収量を高めるには，蛋白合成の基質である窒素とその同化を促進するサイトカイニンとの組み合わせが基本になることを強調したい。

4 グローエースとキウイフルーツの果実肥大と品質

果実の肥大は，細胞分裂，細胞拡大そして細胞質内へ光合同化産物を引き入れ完結する。当然のことながら，これらの過程はサイトカイニンなどの生長調節物質により制御される。表3には，キウイフルーツの果実肥大に及ぼすグローエースの効果について示した。処理は，果実の細胞分裂初期で，果実を浸漬することにより行なった。調査は，収穫期で主として行なった。果実肥大は，グローエース20倍液処理区の各段の果実で認められ，いずれも対照区に優る傾向を示した。肥大程度は，対照区の果実に比べてグローエース処理区のそれは13～18%も増加した。果実の着生位置別では，下段よりむしろ上段で増加程度が高くなった。

一方，同果実のエチレン発生量，ブリティックス糖ならびに酸度について調査した(表4)。まず，果実の後熟と密接に関係するエチレンについてみると，その発生量は対照区に比べてグローエース処理区の上段で高く，中段と下段で低くなる傾向を

表3 キウイフルーツにおける果実着生位置別重量に及ぼすグローエースの効果^①

処 理 ^③	果実着生位置, g ^②		
	下 段	中 段	上 段
対 照 (水)	117.5(100)	120.9(100)	129.6(100)
グローエース20倍液	132.4(113)	139.8(116)	152.9(118)

① 山梨市岩手農協管内の生産圃場で実施。

② 果実は結果枝の先端から，上段，中段，下段に区分した。

③ 処理は果実の細胞分裂中期で，果実を浸漬した。

表4 キウイフルーツ果実のエチレン発生量, 糖度ならびに酸度に及ぼすグローエースの効果

処 理	果実着生位置	エチレン発生量, $\mu\text{l/hr/kg}$		Brix 糖度(A) ^① %	酸度(B) ^{②③} %	A/B比
		収穫後日数				
		35	43			
対照区(水)	上	48.52	56.61	12.9 ± 0.4	1.31 ± 0.003	9.85
	中	184.32	303.72	12.3 ± 0.7	1.25 ± 0.001	9.84
	下	15.07	21.52	13.0 ± 0.3	1.32 ± 0.001	9.85
グローエース 20倍液	上	61.42	65.80	14.6 ± 0.6	1.23 ± 0.002	11.87
	中	93.00	176.38	13.3 ± 0.1	1.20 ± 0.001	11.08
	下	12.93	8.81	14.3 ± 0.4	1.34 ± 0.003	10.67

① ② : 収穫後68日目で測定。

③ : クエン酸当量で表示。

示した。この傾向は、収穫後35日と43日との調査でも同様であった。このことは、グローエースは、キウイフルーツ結果枝の先端部分の果実の成熟を早め、中段から下段の果実の成熟を遅めることを示している。また、これは果実の出荷調整の観点から重要なこととして指摘される。すなわち、果実の貯蔵性は、上段に比べて中段と下段が高まることになる。

次に、品質に関する糖度と酸度についてみると、糖度はグローエースの各段で1%程度対照区に比べて高くなる。しかし、酸度は両処理区の各段の果実に著しい違いは認められない。従って、糖度に対する酸度の比は、グローエース区の果実が高くなる。また、キウイフルーツ果実の味は、糖と糖酸比が高いグローエース処理区でうまいことになる。これらの事実は、キウイフルーツ果実の

肥大、貯蔵性や品質の向上にグローエース処理が極めて有効な手段であることを示している。

5 グローエースとメロンの肥大と品質

キウイフルーツ果実と同様に、グローエースは

アンデスメロンの肥大と品質に極めて効果が高かった。肥大率は、グローエースの処理濃度が高くなるほど増大した。例えば、グローエースの20倍液の果梗ならびに果実への塗布は、果実の肥大率は対照のそれに比べ約20%高くなった。また、果実の糖度、酸度ならびに硬度は高く、エチレン発生量は低くなることも明らかになった。図2には、アンデスメロンの糖組成に及ぼすグローエース処理の効果について示した。果汁中の糖は、フルクトース、グルコース、シュクロースからなり、シュクロースが主な糖である。グローエースは、果汁中の特異的な糖の含量を高めるのではなく、糖組成を相対的に高めることに効果をもっと判断された。

これらメロンの結果は、キウイフルーツの場合と同様に、メロン果実の肥大と品質の向上にグロー

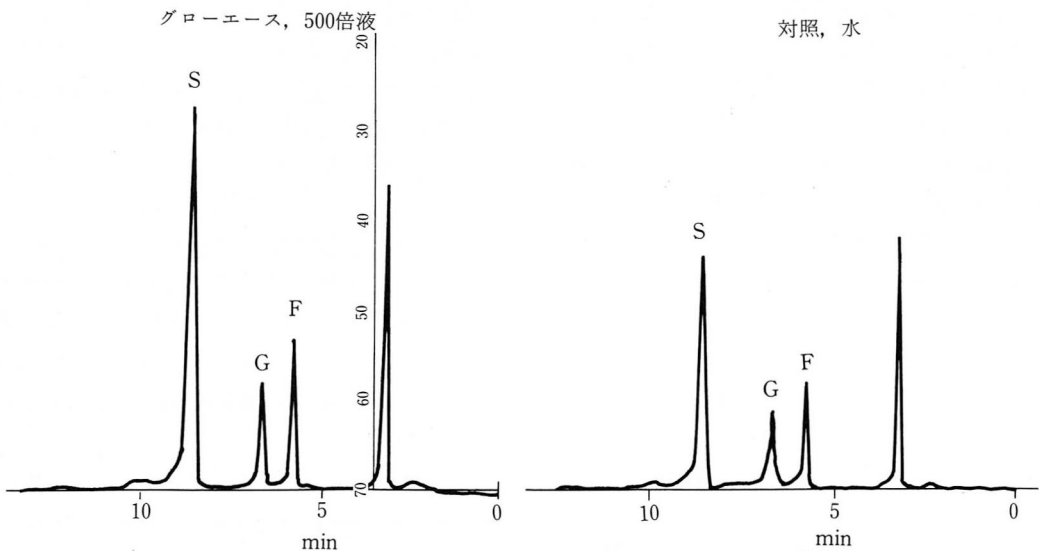


図2 アンデスメロンの糖組成に及ぼすグローエースの効果

F : フルクトース, G : グルコース, S : シュクロース

表5 トウモロコシの硝酸含量に及ぼすグローエースの茎葉散布の効果^①

グローエースとKIN濃度	器官名と窒素化合物(mg/g.DW) ^②				
	葉身		茎 + 葉鞘		NO ₃ -N T-N(%)
	T-N	NO ₃ -N	T-N	NO ₃ -N	
対照区 (水)	19.13	0.20	10.58	3.00	10.77
グローエース1,000倍液	20.46	0.15	10.96	1.20	4.30
グローエース+KIN10 ⁻⁷ モル	20.23	0.15	15.14	2.40	7.21

① 富山市杉谷の酪農家の生産圃場で実施。

② サイレージ調製時で分析した。

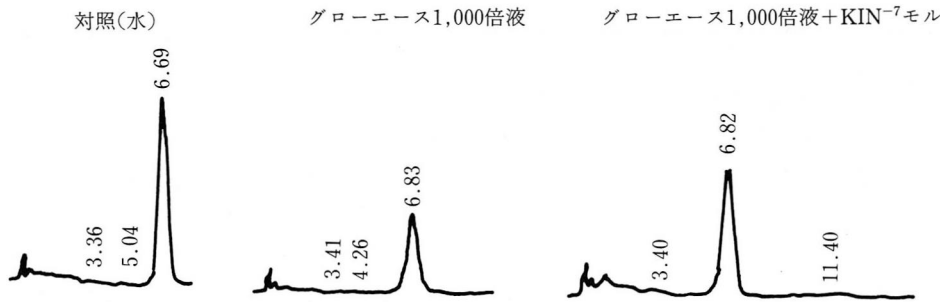


図3 トウモロコシ茎+葉鞘中の硝酸の高速液体クロマトグラフィー分析

エースは優れた効果をもつことを示している。

6 グローエースとトウモロコシ茎葉の硝酸軽減

家畜における硝酸中毒は古くから問題になっている。一般に、飼料中には風乾物当たり0.2%硝酸態窒素が含有すると危険とされている。そのため、その回避手段としては、窒素肥料の減肥や硝化抑制剤入り化成肥料の使用で対応する場合が多い。

しかし、窒素肥料の減肥などは、生草収量の減少を招くので、手段としては好ましくない。筆者は、サイトカイニンの硝酸還元酵素の誘導促進効果を利用し、トウモロコシ茎葉の硝酸軽減を試みた。結果は、表5に示した。表に示す通り、グローエース1,000倍液のトウモロコシ茎葉への処理は、茎+葉鞘の硝酸含量を著しく低めた。その含量は、対照区に比べて約50%軽減した。しかし、グローエース+KIN10⁻⁷モル濃度処理は、葉と茎+葉鞘との硝酸含量を軽減するものの、その割合はグローエース単独処理に比べて小さい。また、この場合は、葉身ならびに茎+葉鞘の全窒素含量も高くなる。このことは、グローエースは最適濃度で硝酸を軽減する方向に働き、グローエース中のサイト

カイニン濃度を高めると土壌からの窒素の吸収促進に働くと推察された。この推論は、カイネチン濃度を10⁻⁸~10⁻⁵モルに変化させた場合、トウモロコシ茎葉中の硝酸含量は10⁻⁷モル濃度で最も低

め、10⁻⁵モル濃度で逆に高める事実から支持する。図3には、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)法によるトウモロコシ茎+葉鞘中の硝酸分

析の例について示した。分析試料の量は、すべて同じである。これらの事実は、飼料中の硝酸軽減には、グローエースやサイトカイニンが有効に作用することを示すであろう。

以上の結果をまとめると、サイトカイニンとグローエースは、コムギなどの穀実の千粒重や蛋白含量を高め、更にキウイフルーツやメロンなどの果実の肥大と品質向上にも効果を示し、一方では硝酸態窒素の同化促進剤としても働くことが明らかになった。また、グローエースの生理作用は、サイトカイニンのそれに極めて類似することも強調したい。

今後は、サイトカイニンとグローエースの処理時期、処理濃度、適用作物の拡大等さらに検討を進めなければならない。

謝辞： 本稿で使用した成果のうち、小麦では北海道河西郡芽室町 野原栄作氏と遠藤優彰氏、キウイフルーツでは山梨市岩手農協 野田誉之氏、各分析では当短大園芸学研究室卒論学生諸君にそれぞれ多大の労をわずらわした。ここに謝意を表したい。また、雪印種苗(株)技術研究所、東京支社、帯広営業所の方々には、農家の選定並びに現地調査に協力を賜ったことを付記し、感謝したい。